

Memahami Pembangunan Ekonomi Provinsi Nusa Tenggara Timur Berbasis Energi Baru Dan Terbarukan

Understanding the Economic Development of East Nusa Tenggara Province Based on New and Renewable Energy

Adrianus Amheka¹

Diterima: 20 Desember 2019 Disetujui: 1 April 2020

Abstrak: Ekonomi sebagai indikator pembangunan Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) menjadi penting untuk dipahami hubungannya dengan level aktivitas sektor industri dalam menyokong roda ekonomi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi pembangunan saat ini guna memproyeksikan peningkatan ekonomi di Provinsi NTT dengan memanfaatkan potensi lokal energi baru dan terbarukan (EBT) dalam rangka mendukung Kebijakan Energi Nasional (KEN) melalui penerapan model *Long-range Energy Alternative Planning (LEAP) system* jangka panjang tahun 2015 sampai 2030 dengan sub-sektor industri yang *exist* di Provinsi NTT melalui integrasi sistem teknik dan pengkajian sistem energi. Hasilnya menunjukkan penggunaan energi primer terbesar adalah jenis industri makanan dan minuman, sedangkan konsumsi energi sekunder listrik terbesar dari industri semen, oleh karena adanya upaya pemerintah dalam mendongkrak industri skala besar. Bauran energi listrik bersumber dari EBT menunjukkan peningkatan drastis sampai tahun 2030 yaitu sebesar 19,05% dibandingkan dengan jenis energi lainnya sekaligus mencapai sasaran KEN yaitu pemanfaatan EBT semaksimal mungkin dan meminimalkan penggunaan minyak serta mengoptimalkan penggunaan gas. Dengan demikian ekonomi Provinsi NTT saat ini masih memadai untuk mengoptimalkan penggunaan dan pemanfaatan EBT jangka panjang.

Kata kunci: Provinsi NTT, Energi, Ekonomi, EBT

Abstract: The economy as an indicator of the development of the Province of East Nusa Tenggara (NTT) becomes important to understand its relationship with activity level of the industrial sector in supporting the economic wheel. This study objectives are to determine the current development optimization to project economic improvement in the province of NTT by utilizing the local potential of renewable energy (RE) in order to support the Indonesian National Energy Policy (INEP) through implementation of the Long-range Energy Alternative Planning (LEAP) system for the period 2015 to 2030 with existing industrial sub-sectors in the province with integrated of operating systems and energy systems assessments. The results show that the largest primary energy use is the food and beverage industry, while the largest secondary energy consumption is from the cement industry, due to government efforts to boost large-scale industries. The mix of electric energy sourced from RE showed a drastic increase up to 2030, which amounted to 19.05% compared to other types of energy while achieving the INEP target, namely the utilization of RE as much as

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang

Korespondensi: adrianus.amheka@gmail.com

possible and minimizing oil use, then optimizing gas use. Thus, the economy of NTT Province is currently still adequate to optimize the use and utilization of long-term RE.

Keywords: NTT Province, energy, economy, renewable energy

PENDAHULUAN

Ekonomi sebagai indikator dan pilar pembangunan suatu wilayah menjadikannya parameter penting sehingga perlu dikontrol pertumbuhannya yang diukur melalui peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) atau di level regional disebut PDRB (Iqbal, Rifin, & Juanda, 2019; Purnomo, 2017). Pertumbuhan PDRB Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) selama kurun waktu 2010-2017 adalah diatas 5% pertahun (BPS Nusa Tenggara Timur, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017). Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang baik, membutuhkan energi yang memadai dalam menjalankan aktivitas sektor-sektor produktif penggerak perekonomian di Provinsi NTT (Amheka, 2018; Iqbal et al., 2019). Sektor-sektor produktif yang berdampak baik diklasterisasi menjadi satu sektor yang disebut sektor industri yang terdiri dari agregat berbagai sektor pembangunan (Amheka, Higano, Mizunoya, & Yabar, 2014; Zhou, Yabar, Mizunoya, & Higano, 2016). Permintaan energi primer Indonesia pada tahun 2025 dan 2050 diproyeksikan akan mencapai 400 *Million tonnes oil equivalent* (MTOE) dan 1.000 MTOE atau setara dengan penyediaan pembangkit listrik masing-masing sebesar 115 GW dan 430 GW di tahun yang sama (Regulation, 2017) (Ministry of Energy and Mineral Resources, 2014) dalam mendukung bukan hanya sektor Industri namun semua aktivitas manusia akan tetapi konsekuensi berdampak buruk pada lingkungan ditingkat nasional dan lokal yaitu Provinsi NTT (Amheka, Higano, Mizunoya, & Yabar, 2015, 2016) jika tidak dikontrol penggunaan energi fosil yang berlebihan. Potensi energi energi baru dan terbarukan (EBT) di Provinsi NTT cukup melimpah sebesar 23.812,5 MW dan sampai saat ini yang sudah dimanfaatkan belum mencapai 0,5% dari total potensi yang ada. Pada tahun 2014, konsumsi minyak untuk aktivitas ekonomi Provinsi NTT mencapai angka 756.431 Kilo liter (KL) yang terdiri dari jenis bahan bakar bensin, minyak tanah, minyak bakar, minyak diesel, dan avgas avtur yang mana semua bersumber dari bahan bakar fosil. Konsep ekonomi berbanding lurus dengan konsumsi energi (Amheka, 2014), yang mana seperti halnya Kota Kupang sebagai ibu kota Provinsi NTT, mengkonsumsi energi fosil untuk pembangunan kelistrikan di tahun 2010 sebesar 50.385 KL (Amheka, 2014) atau setara dengan 6,7% dari total konsumsi di tahun 2014 dan tren konsumsi ini cenderung naik. Pembangunan ekonomi sangat berpengaruh terhadap pasokan aliran komoditas dari sektor-sektor input termaksud unsur pelayanan yang menggunakan energi yang cukup banyak (Amheka et al., 2016). Di provinsi NTT, laju pertumbuhan PDRB tahun 2018 pada harga konstan sebesar 5,16% (BPS Nusa Tenggara Timur, 2018). Sampai saat ini telah teridentifikasi 55 sektor ekonomi di Provinsi NTT yang menjadi penggerak ekonomi, diantara sektor-sektor tersebut terdapat sekitar tujuh sektor yang menonjol dalam kontribusi pembangunan antara lain penjualan dan perdagangan, pemerintahan, konstruksi bangunan, perikanan laut, komunikasi, peternakan dan transportasi darat (Amheka et al., 2014). Penggunaan energi fosil dalam menggerakkan roda pembangunan tersebut dengan proyeksi peningkatan permintaan akhir pada waktu tertentu dari listrik dan air ternyata berdampak drastis pada besaran *output* sebagian besar sektor pembangunan diantaranya adalah konstruksi bangunan oleh karena maraknya pembangunan fisik hotel dalam mendukung upaya pemerintah daerah yang gencar terhadap pariwisata lokal yang diimbangi oleh sektor komunikasi, perdagangan dan transportasi (Amheka et al., 2014) dimana lebih dari 90% penggunaan energi dari jenis bahan bakar minyak (ESDM Division Setda NTT Province, 2015) dan sisanya batubara. Semua ini akan memacu emisi CO₂ global yang dikontribusikan oleh Provinsi NTT menjadi tidak terkontrol, karena energi sebagai penyokong pembangunan murni berasal dari energi fosil. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui optimasi pembangunan saat ini, guna memproyeksikan

peningkatan ekonomi suatu daerah melalui kajian mendalam (Gul & Qureshi, 2012; Wangjiraniran, Vivanpatarakij, & Nidhiritdhikrai, 2011), termaksud untuk Provinsi NTT dengan memanfaatkan potensi lokal EBT dalam rangka mendukung Kebijakan Energi Nasional dari perspektif lokal yaitu bauran energi primer Indonesia di tahun 2025 yang bersumber dari EBT sebesar 23% (Ministry of Energy and Mineral Resources, 2014). Penggunaan sistim teknik optimasi yang dilakukan dalam penelitian ini dalam memprediksikan kebutuhan energi regional yang berfokus pada pengkajian kebijakan masih menjadi salah satu solusi yang efektif dan efisien (Asumadu-Sarkodie & Owusu, 2017; Irmak, Ayaz, Gok, & Sahin, 2014; Tan, Culaba, & Aviso, 2008).

METODE

Riset ini telah dilakukan pada tahun 2017 dengan menggunakan data baseline 2015 untuk demografi dan ekonomi makro Provinsi NTT yaitu besaran masing-masing dan penambahan beberapa indikator kelistrikan berupa rasio elektrifikasi dan kuantitas konsumsi listrik masyarakat seperti detail pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator demografi dan sosial Provinsi NTT

DEMOGRAFI Satuan: persen, jiwa, rumah tangga	EKONOMI MAKRO	
	Lapangan Usaha	Satuan: miliar PDRB Harga konstan 2010
Jumlah penduduk	Pertanian, kehutanan, dan perikanan	PDRB
Laju pertumbuhan penduduk per tahun	Pertambangan dan penggalian	Pertumbuhan PDRB
Prosentase penduduk perkotaan	Industri pengolahan	PDRB per Kapita
Jumlah rumah tangga	Pengadaan listrik dan gas	Pertumbuhan PDRB per kapita
Jumlah anggota per rumah tangga	Pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah dan daur ulang	PDRB Industri pengolahan tanpa industri batubara dan pengilangan Migas
Jumlah rumah tangga perkotaan	Konstruksi	Pertumbuhan PDRB Industri Pengolahan
Jumlah rumah tangga perdesaan	Perdagangan besar dan eceran; reparasi mobil dan sepeda motor	Elastisitas pertumbuhan industri pengolahan
Rasio elektrifikasi (rumah tangga)	Transportasi dan pergudangan	PDRB Transportasi
Rasio elektrifikasi perkotaan	Penyediaan akomodasi dan makan minum	Pertumbuhan PDRB Transportasi
Rasio elektrifikasi perdesaan	Informasi dan komunikasi	Elastisitas pertumbuhan transportasi
Jumlah rumah tangga perdesaan terlistriki	Jasa keuangan dan asuransi	PDRB Komersial
Jumlah rumah tangga perdesaan belum terlistriki	Real estate	Pertumbuhan PDRB Komersial
	Jasa perusahaan	Elastisitas pertumbuhan komersial
	Administrasi pemerintahan, pertahanan dan jaminan sosial wajib	PDRB Sektor Lainnya
	Jasa pendidikan	Pertumbuhan PDRB Sektor Lainnya
	Jasa kesehatan dan kegiatan sosial	Elastisitas pertumbuhan sektor lainnya
	Jasa lainnya	

Selain data primer, ketersediaan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber resmi serta sumber ilmiah relevan lainnya akan digunakan. Baseline data 2015, menjadi acuan proyeksi tren pertumbuhan ekonomi yang dipengaruhi oleh keadaan demografi dan permintaan energi sampai tahun 2030 yang dikhususkan untuk sektor Industri. Adapun klusterisasi industri adalah satu agregat dari sejumlah industri kecil, menengah dan besar yang ada antara lain: 1. Industri batubara dan pengilangan migas; 2. Industri makanan dan minuman; 3. Industri pengolahan tembakau; 4. Industri tekstil dan pakaian jadi; 5. Industri kulit, barang dari kulit dan alas kaki; 6. Industri kayu, barang dari kayu dan gabus dan barang anyaman dari bambu, rotan dan sejenisnya; 7. Industri kertas dan barang dari kertas; percetakan dan reproduksi media rekaman; 8. Industri kimia, farmasi dan obat tradisional; 9. Industri karet, barang dari karet dan plastik; 10. Industri barang galian bukan logam; 11. Industri logam dasar; 12. Industri barang logam; komputer, barang elektronik, optik; dan peralatan listrik; 13. Industri mesin dan perlengkapan; 14. Industri alat angkutan; 15. Industri furnitur; 16. Industri pengolahan lainnya, jasa reparasi, pemasangan mesin dan peralatan.

Ketersediaan data dan informasi nilai *output* industri-industri tersebut ditentukan oleh *existing* industri tersebut dikarenakan tidak semua industri tersebut *exist* di NTT. Nilai dari data primer dan sekunder yang ada dipakai sebagai nilai eksogen dalam pemodelan untuk mendapatkan level aktivitas menggunakan sumber EBT yang ada. Melalui bantuan perangkat lunak *Long-range Energy Alternative Planning (LEAP) system* (Hu, Ma, & Ji, 2019; Mirjat et al., 2017) dengan formula yang digunakan:

$E_i = \sum (PDRB \text{ subsektor industri } \times I_i)$, dimana, E_i adalah total kebutuhan energi sektor industri; dan I_i adalah intensitas konsumsi energi sektor industri. i menunjukkan tahun 2015 sampai tahun 2030. Sedangkan untuk permintaan energi termaksud listrik dihitung berdasarkan proyeksi permintaan listrik dalam rencana umum penyediaan tenaga listrik (RUPTL) 2019-2028 dan formula asumsi yang dibuat (Handayani, Krozer, & Filatova, 2019) bahwa permintaan listrik pada tahun tertentu adalah jumlah listrik yang diminta pada tahun sebelumnya dan pertumbuhan yang diprediksikan, formulanya:

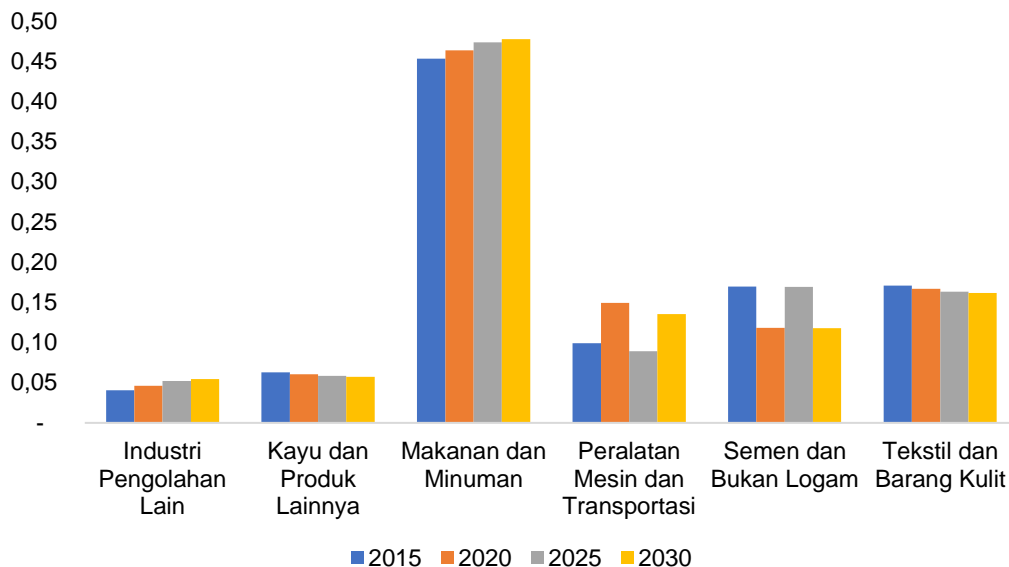
$ED_t = (ED_{t-1} * EDG_t) + ED_{t-1}$, where ED_t adalah permintaan listrik dalam tahun t ; EDG_t adalah persentase dari pertumbuhan permintaan listrik pada tahun t hal lain yang dipertimbangkan adalah rugi-rugi daya sewaktu transmisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas pembangunan Provinsi NTT ternyata sangat dipengaruhi oleh laju konsumsi energi, namun level elastisitas energi masih cukup tinggi diantara tahun 2015 dan 2020 dengan nilai diluar target Kebijakan Energi Nasional (Nusa Tenggara Timur Government, 2019) hal ini dipengaruhi oleh penggunaan energi fosil dalam menjalankan aktivitas perekonomian yang membutuhkan energi dalam menyokong aliran komoditas antar sektor. Klusterisasi industri yang relevan dan *exist* di Provinsi NTT antara lain tekstil dan barang dari kulit; semen bukan logam; peralatan mesin dan transportasi; makanan dan minuman; kayu dan produk lainnya serta industri pengolahan lainnya. Adapun hasil optimasi bauran konsumsi energi primer tahun 2012-2030 antar sub-sektor industri, menunjukkan industri makanan dan minuman mengkonsumsi energi yang terbanyak diantara industri lainnya yaitu sebesar 45% dan 48% diantara tahun 2015 dan 2030 dengan peningkatan stabil 1% seperti terlihat pada Gambar 1.

Hal ini menunjukkan penggunaan energi primer dalam sub-sektor ini akan terus meningkat stabil, sehingga kebijakan dalam mendukung pertumbuhan ekonomi tidak mempengaruhi peningkatan penggunaan energi per tahun atau dapat dikatakan ekonomi berjalan baik seiring dengan pertumbuhan permintaan energi primer yang konsisten. Adapun peningkatan permintaan energi primer dari industri ini dipengaruhi oleh banyaknya urbanisasi dari desa terpencil yang berkumpul pada sentra ekonomi di perkotaan yang membuat lonjakan pada permintaan *output* dari sub-sektor industri makanan dan minuman

tersebut, meskipun usaha industri ini di desa juga lumayan banyak dan hampir semua menggunakan biomasa kayu bakar dalam proses produksi. Sedangkan jika dibandingkan dengan sub-sektor industri tekstil dan barang kulit berbanding terbalik berkaitan dengan tren dimana untuk industri tekstil dan barang kulit cenderung turun untuk bauran penggunaan energi diantara tahun-tahun target dimana penurunan statisnya terjadi setelah tahun 2025 yaitu sebesar 16% turun 1% dari tahun-tahun sebelum.



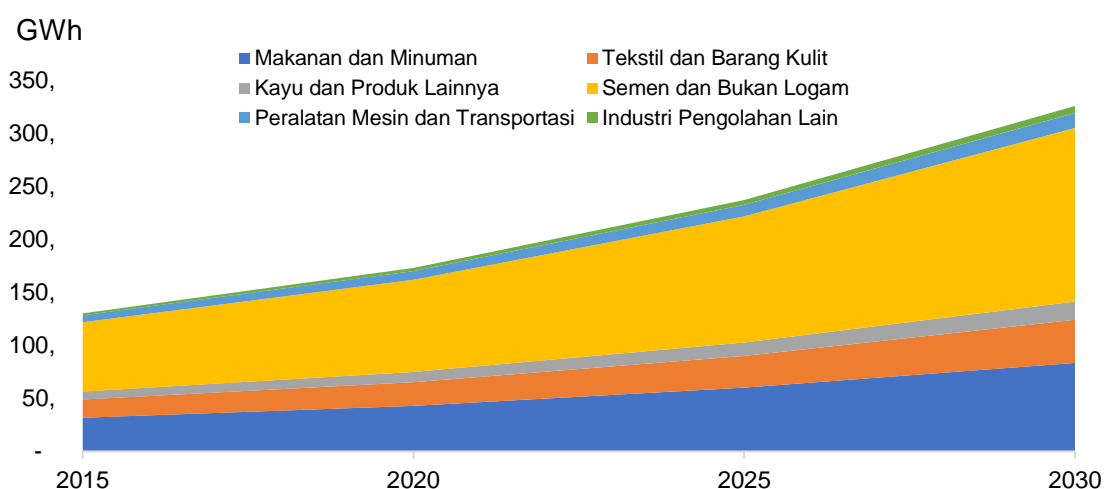
Gambar 1. *Share* Penggunaan Energi Primer Dalam Industri Tahun 2015 – 2030

Umumnya industri ini diramaikan dengan aliran komoditas ekspor dan impor antar antar provinsi dari bahan mentah di Provinsi NTT. Hal yang sama juga terjadi untuk industri kayu dan produk lainnya v.s industri pengolahan lainnya yaitu tren terbalik, dimana bauran penggunaan energi primer dari kedua jenis industri ini jika dibandingkan dengan industri lainnya dalam sub-sektor industri memang cenderung kecil yaitu antara 5% dan 6% diantara tahun 2015 dan 2030. Namun tren terbalik ini untuk industri pengolahan lainnya penggunaan energi meningkat dipengaruhi pesatnya permintaan berbagai industri yang terlibat didalamnya seperti industri kreatif dan industri pariwisata lokal lainnya yang banyak permintaan melalui digitalisasi.

Terjadi fluktuasi tren pada bauran penggunaan energi primer sub-sektor industri, yaitu pada industri peralatan mesin dan transportasi serta industri semen bukan logam. Untuk industri peralatan mesin dan transportasi lonjakan permintaan energi primer terjadi pada tahun 2020 dan 2030 yaitu diantara 14% dan 15% lebih tinggi dari tahun 2015 dan 2025 yaitu diantara 9% dan 10%. Hal menarik ini terjadi karena perkembangan teknologi dan inovasi yang terjadi sebagai dampak dari transformasi industri 4.0 di Provinsi NTT pada tahun 2020 yang cukup pesat, walaupun cenderung lama dibandingkan dengan provinsi lainnya di Pulau Jawa oleh karena situasi dan kondisi geografis. Selanjutnya permintaan energi primer sempat menurun drastis di tahun 2025 sebesar 6% dibandingkan dengan tahun 2020 oleh karena faktor melek produksi oleh karena permintaan terhadap *output* industri pengolahan lainnya ini sempat stak. Lebih lanjut bauran penggunaan energi dari industri semen bukan logam juga terjadi fluktuasi namun berbanding terbalik dengan tren industri peralatan mesin dan

transportasi. Fluktuasi industri semen ini terjadi pada tahun 2015 dan 2025 v.s 2020 dan 2030. Hal ini terjadi oleh karena kebijakan lingkungan bebas polusi yang kuat telah terbentuk di tahun setelah 2019 yang imbasnya pada ketatnya kontrolan terhadap polusi yang diakibatkan dari proses produksi yang menggunakan energi fosil yang banyak pada industri semen kupang serta aliran komoditas ekspor dan impor bahan baku serta material. Namun pada tahun 2030 sempat naik bauran energi primer dari industri ini dikarenakan intervensi permintaan semen dari sektor konstruksi bangunan dalam rangka percepatan infrastruktur di Provinsi NTT kemungkinan terjadi sangat pesat.

Penggunaan energi listrik sub-sektor industri baik bersumber dari fosil dan EBT cukup banyak dan pesat perkembangannya dengan total pada tahun 2015 sebesar 130.39 GW; tahun 2020 sebesar 173,27 GW; tahun 2025 sebesar 237,24 GW; dan tahun 2030 sebesar 326,06 GW seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Besar Penggunaan Listrik dalam Industri Tahun 2015 – 2030

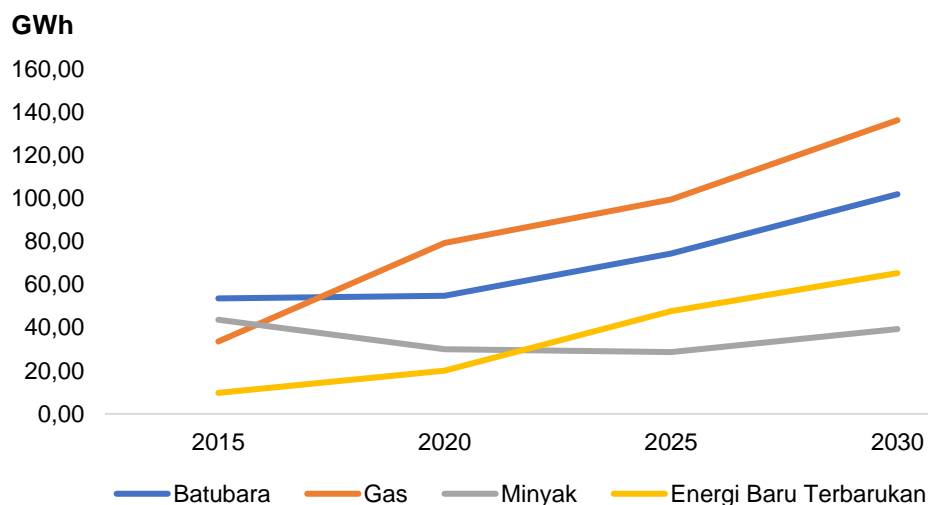
Ternyata ada perbedaan penggunaan energi sekunder baik dari EBT dan *non*-EBT antar sub-sektor industri yang cenderung berbeda dengan penggunaan energi primer. Pada penggunaan listrik industri semen bukan logam lebih besar secara kuantitas dan terus meningkat dari tahun dasar 2015 sampai tahun 2030 yaitu antara 65,5 GW dan 164 GW masing-masing di tahun 2015 dan 2030. Hal ini dipicu oleh permintaan listrik dalam mendongkrak industri skala besar yang hanya satu-satunya di Provinsi NTT adalah Pabrik Semen Kupang untuk mencapai pemakaian proporsional (Singgih, 2016). Hal ini dijadikan monopoli konsumsi listrik yang cenderung mengorbankan industri skala kecil lainnya oleh karena upaya pencapaian pertumbuhan ekonomi dari sektor industri besar sekaligus merangsang investor untuk menanamkan modal pada industri besar di NTT untuk jangka panjang. Hal ini perlu adanya kebijakan kongkrit pemerintah dalam hal menekan elastisitas energi untuk mencapai pola pembangunan berkelanjutan (Amheka et al., 2016). Industri makanan dan minuman menempati posisi kedua konsumsi listrik terbesar namun peningkatannya stabil dari tahun dasar sampai 2030. Adapun tren Kebijakan Energi Nasional akan stabil juga terjadi pada ketiga industri lainnya. Lebih lanjut kuantitas bauran energi final jenis fosil dan EBT Provinsi NTT tahun 2015-2030 menunjukkan nilai yang baik seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuantitas Bauran Energi Provinsi NTT Tahun 2015-2030

Jenis energi	2015	2020	2025	2030
Batubara	53,54	54,84	74,40	101,88
Gas	33,57	79,21	99,43	136,21
Minyak	43,65	30,02	28,66	39,35
EBT	9,74	20,05	47,66	65,28
Total	140,50	184,12	250,15	342,72

Satuan: Giga watt (GW)

Pada tahun dasar 2015 penggunaan energi fosil batubara dan minyak khusus untuk sub-sektor industri masih mendominasi masing-masing 38,11% dan 31,07% sedangkan gas dan EBT masing-masing 23,89% dan 6,93%. Hal ini dikarenakan tidak adanya kebijakan serius dari pemerintah yang berpihak pada penggunaan EBT semaksimal mungkin untuk kesejahteraan dan pembangunan di Provinsi NTT. Namun data endogen hasil simulasi, baik yang ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Gambar 2, menunjukkan pada tahun 2020 dan 2030, posisi bauran energi fosil *versus* EBT sudah mulai kompetitif, dimana EBT semakin meningkat dan *non*-EBT atau fosil semakin berkurang, namun sesuai dengan amanat Kebijakan Energi Nasional tetap mengoptimalkan pemanfaatan dan penggunaan gas dan jika masih kurang memadai, maka pasokan energi bisa diisi oleh batubara yang cadangannya masih cukup untuk jangka menengah. Secara kuantitatif penggunaan EBT di tahun 2030 mencapai 62,28 GW atau setara dengan 19,05% dari total bauran energi listrik di tahun 2030 untuk sub-sektor industri.

**Gambar 2. Besar Penggunaan Listrik Perjenis Energi dalam Industri Tahun 2015 - 2030**

Tren pertumbuhan penggunaan EBT mengalami peningkatan awal titik drastis pada tahun 2020 dan 2025. Hal ini dipicu kemungkinan besar oleh sudah diperkenalkannya Kebijakan Energi Daerah dalam mendukung Kebijakan Energi Nasional yang berpihak pada pemanfaatan EBT sebesar-besarnya dan seluas-luasnya untuk pembangunan dan kesejahteraan masyarakat di Provinsi NTT. Hal ini menunjukkan bahwa ekonomi NTT masih ada ruang untuk pemanfaatan energi berbasis EBT dalam mencapai pembangunan di Provinsi NTT ramah lingkungan dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Amheka, Higano, Tanesab, & Tuati, 2019). Akan tetapi komitmen pemerintah selain pemanfaatan EBT, perlu mempertimbangkan ulang kaitannya dengan pemanfaatan

batubara sebagai stok dalam bauran energi (Mirjat et al., 2017) jikalau gas mencapai titik stak. Penelitian ini memberikan nilai tambah dengan memfokuskan pada level regional. Hal ini perlu dilakukan kajian lebih mendalam dalam hal dukungan infrastruktur yang memadai dalam mencapai optimalisasi penggunaan energi berbasis EBT dalam menunjang pembangunan di Provinsi NTT sekaligus mencapai kemandirian dan ketahanan energi daerah jangka panjang.

KESIMPULAN

Struktur ekonomi Provinsi NTT masih memadai untuk dioptimalkan penggunaan EBT dalam rangka ketahanan dan kemandirian energi daerah sekaligus mendukung Kebijakan Energi Nasional pemerintah, dan untuk hal ini perlu adanya suatu *platform ad hoc* seperti Badan Energi Daerah guna memantau jalannya pembangunan daerah berbasis energi bersih dan percepatan capaian penggunaan EBT. Penelitian selanjutnya perlu memperhatikan aspek laju produksi bukan hanya sektor industri namun sektor ekonomi produktif lainnya pengguna energi dan dampak terhadap pembangunan dan lingkungan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Amheka, A. (2014). Comprehensive evaluation of energy structure transformation policies to reduce GHG emission in Kupang, NTT, Indonesia: Assessment of renewable energy technology with extended dual input-output analysis. University of Tsukuba.
- Amheka, A. (2018). Evaluation of Economic Structure Development of Kupang City, NTT Province, Indonesia to Meet National GHG Emission Target. *Regional Science Inquiry*, X(1), 11–17. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/hrs/journal/vxy2018i1p11-17.html>
- Amheka, A., Higano, Y., Mizunoya, T., & Yabar, H. (2014). Comprehensive Evaluation of the Feasibility to Develop a Renewable Energy Technology System and Waste Treatment Plant in Kupang City, Indonesia based on a Kupang Input Output Table. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.012>
- Amheka, A., Higano, Y., Mizunoya, T., & Yabar, H. (2015). An overview of current household waste management in Indonesia: Development of a new integrated strategy. *International Journal of Environment and Waste Management*, 15(1), 86. <https://doi.org/10.1504/IJEW.2015.066953>
- Amheka, A., Higano, Y., Mizunoya, T., & Yabar, H. (2016). Emission reduction strategies in indonesia: Evaluation of socio-economic development trends in Kupang city based on an I/O analysis. *Studies in Regional Science*, 45(1), 41–60. <https://doi.org/10.2457/srs.45.41>
- Amheka, A., Higano, Y., Tanesab, J., & Tuati, N. (2019). Energy Transformation and GHG Emission Reduction Model: An empirical Strategy for Kupang City, NTT Province, Indonesia. *International Journal of Renewable Energy Research*, 9(2), 1089–1096. Retrieved from <https://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/9431>
- Asumadu-Sarkodie, S., & Owusu, P. A. (2017). Carbon dioxide emissions, GDP per capita, industrialization and population: An evidence from Rwanda. *Environmental Engineering Research*, 22(1), 116–124. <https://doi.org/10.4491/eer.2016.097>
- BPS Nusa Tenggara Timur. (2010). NTT in Figures 2010 -2018
- ESDM Division Setda NTT Province. (2015). Primary data on energy usage in 2010-2011 NTT Province. ESDM Division, Setda NTT Province.
- Gul, M., & Qureshi, W. A. (2012). Modeling diversified electricity generation scenarios for Pakistan. *IEEE Power and Energy Society General Meeting*. <https://doi.org/10.1109/PESGM.2012.6344821>
- Handayani, K., Krozer, Y., & Filatova, T. (2019). From fossil fuels to renewables: An analysis of long-term scenarios considering technological learning. *Energy Policy*, 127, 134–146. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.045>
- Hu, G., Ma, X., & Ji, J. (2019). Scenarios and policies for sustainable urban energy development based on LEAP model – A case study of a postindustrial city: Shenzhen China. *Applied Energy*, 238, 876–886. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.162>
- Iqbal, M., Rifin, A., & Juanda, B. (2019). Analisis Pengaruh Infrastruktur Terhadap Ketimpangan Pembangunan Ekonomi Wilayah Di Provinsi Aceh. *Tataloka*, 21(1), 75. <https://doi.org/10.14710/tataloka.21.1.75-84>

- Irmak, E., Ayaz, M. S., Gok, S. G., & Sahin, A. B. (2014). A survey on public awareness towards renewable energy in Turkey. 2014 International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA), 932–937. <https://doi.org/10.1109/ICRERA.2014.7016523>
- Ministry of Energy and Mineral Resources. Indonesia National Energy Policy (INEP). , (2014).
- Mirjat, N. H., Uqaili, M. A., Harijan, K., Valasai, G. Das, Shaikh, F., & Waris, M. (2017). A review of energy and power planning and policies of Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 110–127. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.040>
- Nusa Tenggara Timur Government. (2019). General Regional Energy Plan of NTT Province: a draft.
- Purnomo, R. A. (2017). *Ekonomi Kreatif Pilar Pembangunan Indonesia* - Umpo Repository. Retrieved from <http://eprints.umpo.ac.id/2859/>
- Regulation, P. National Energy General Plan. , Pub. L. No. Presidential Regulation No. 22 (2017).
- Singgih, E. (2016). Pengaruh Suplai Sumber Daya Energi Batubara dan Energi Listrik Terhadap Pertumbuhan Industri Besar dan sedang (IBS) dan Implikasinya Bagi Pertumbuhan Produk Domestik Bruto. *Jurnal Ekonomi*, 18(3), 284–311.
- Tan, R. R., Culaba, A. B., & Aviso, K. B. (2008). A fuzzy linear programming extension of the general matrix-based life cycle model. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.06.020>
- Wangjiraniran, W., Vivanpatarakij, S., & Nidhiritdhikrai, R. (2011). Impact of economic restructuring on the energy system in Thailand. *Energy Procedia*, 9, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.09.004>
- Zhou, Q., Yabar, H., Mizunoya, T., & Higano, Y. (2016). Exploring the potential of introducing technology innovation and regulations in the energy sector in China: A regional dynamic evaluation model. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1537–1548. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.070>